

⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 196 22 154 A 1

⑤① Int. Cl.⁴:
H 03 H 9/145

⑳ Aktenzeichen: 196 22 154.4
㉑ Anmeldetag: 1. 6. 96
㉒ Offenlegungstag: 15. 5. 97

DE 196 22 154 A 1

㉓ Innere Priorität: ㉔ ㉕ ㉖
30.10.95 DE 195403754

㉗ Anmelder:
Möller, Frank, Dr.-Ing., 98693 Ilmenau, DE; Vandahl,
Thomas, Dipl.-Ing., 98693 Ilmenau, DE; Buff, Werner,
Prof. Dr., 98693 Ilmenau, DE; Plath, Frank, Dipl.-Ing.,
83229 Aschau, DE

㉘ Vertreter:
Pöhner, Liedtke & Partner, Dr., 99094 Erfurt

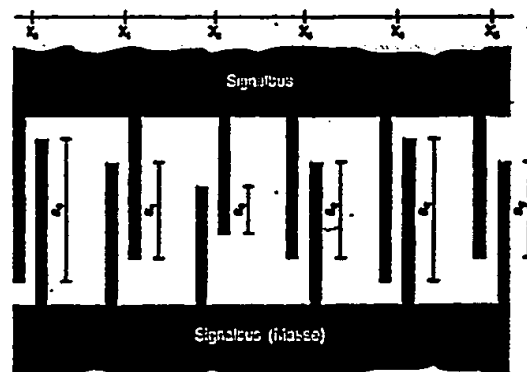
㉙ Erfinder:
gleich Anmelder

㉚ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:
DE 43 38 895 C1
DE 42 00 076 A1

BEST AVAILABLE COPY

⑥④ Elektroakustisches Bauelement und Verfahren zur Fernidentifikation

⑤ Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektroakustisches Bauelement mit Identifikations- und/oder Sensorfunktionen und ein Verfahren zur Fernidentifikation mit diesem Bauelement anzugeben, bei dem nur ein Interdigitalwandler und nur zwei Leitungen benötigt werden.
Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Interdigitalwandler mindestens zwei in Reihe angeordnete Anzapfungen aufweist, die über einen Signalbus elektrisch verbunden sind und das jede Anzapfung mit einer Apertur gewichtet ist, wobei die Aperturen und die Abstände der Anzapfungen so bemessen sind, daß sich ein Identifizierungscode ergibt.
Die Erfindung betrifft ein elektroakustisches Bauelement mit Identifikations- und/oder Sensorfunktionen, das einen elektroakustischen Interdigitalwandler und ein Piezoelektrikum enthält und ein Verfahren zur Fernidentifikation mit dem elektroakustischen Bauelement.



DE 196 22 154 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektroakustisches Bauelement mit Identifikations- und/ oder Sensorfunktionen, das einen elektroakustischen Interdigitalwandler und ein Piezoelektrikum enthält und ein Verfahren zur Fernidentifikation mit dem elektroakustischen Bauelement.

Sie bezieht sich auf passive Bauelemente, welche nach dem Prinzip der akustischen Oberflächenwellen arbeiten. Sie vereinen Identifikations- und Sensorfunktionen und sind drahtgebunden oder über eine Funkstrecke abfragbar.

Telemetrie-Sensorsysteme werden in weiten Gebieten der Technik eingesetzt. Sie ermöglichen die Erfassung von Meßdaten an schwer zugänglichen oder von aggressiven Medien umgebenen Orten. Konventionelle Systeme auf der Basis elektromagnetischer Transponder oder aktiver elektronischer Baugruppen erlauben entweder nur geringe Abfrage-Entfernungen oder benötigen eine Energieversorgung an der Meßstelle. Für die Gewährleistung einer hohen Lebensdauer und eines wartungsfreien Betriebes sind diese Eigenschaften von Nachteil. Darüber hinaus bereitet die Entsorgung der galvanischen Elemente, die üblicherweise zur Stromversorgung benutzt werden, Probleme.

Fernabfragbare Systeme werden ferner zur Identifikation von Gegenständen oder Personen benötigt. Für beide Anwendungsbereiche ist es bekannt, Bauelemente, die auf der Basis der akustischen Oberflächenwellen arbeiten, einzusetzen. Sie erlauben den Betrieb als passive Sensoren oder als sogenannte "ID-Tags" ohne eigene Energiequelle.

Oberflächenwellen-Anordnungen funktionieren auf der Grundlage piezoelektrischer Eigenschaften von Substraten oder Schichten. Auf diesen Substraten oder Schichten werden mit Hilfe elektrischer Anregung durch elektroakustische Interdigitalwandler mechanische Wellen erzeugt, die sich entlang der Oberfläche ausbreiten.

Bei den im Stand der Technik bekannten Anordnungen werden diese Wellen an einer anderen Stelle mit einem weiteren Interdigitalwandler wieder in ein elektrisches Signal umgewandelt. Die geeignete Wahl der Wandlerstrukturen oder der Einsatz zusätzlicher Strukturen ermöglicht eine Einflußnahme auf das elektrische Ausgangssignal (Signalverarbeitung). Physikalische Größen, die auf die akustische Oberflächenwelle einwirken, verändern deren Ausbreitungsgeschwindigkeit. Dies begründet die Einsatzmöglichkeit von AOW-Bauelementen als Sensoren. Häufig gebrauchte Strukturen sind Oberflächenwellen-Resonatoren, -Verzögerungsleitungen ohne oder mit gewichteten Wandlern bzw. Reflexionsanordnungen.

Die bekannten Anordnungen zur Identifikation, die mit Reflexionsbänken ausgestattet sind, werden mit Impulsen angesteuert und liefern ihrerseits eine Folge von Impulsen zurück, die aufgrund unterschiedlicher zeitlicher Abstände eine Identifikations-Information analog eines Barcodes beinhaltet. Nachteilig ist dabei, daß dieses Informationssignal für Störungen im Übertragungskanal anfällig ist. Ungewollte Reflexionen in der HF-Übertragungsstrecke bzw. Überlagerungen der Signale verschiedener Bauelemente können zu Fehlinterpretationen führen. Weiterhin ist eine große Bandbreite für solche Signale erforderlich, die Probleme besonders hinsichtlich der Einhaltung gesetzlicher Vorschriften bereitet.

Weitere bekannte Anordnungen arbeiten mit angezapften Verzögerungsleitungen. Sie sind in der Lage, phasencodierte Signale (PSK: Phase Shift Keying) zu generieren. Diese Signale sind vorteilhaft für die nachfolgende Signalverarbeitung. Die zu diesem Zweck verwendeten Bauelementestrukturen bestehen aus einem Eingangs- und einem Ausgangswandler, die elektrisch voneinander getrennt sind. Zu ihrer Ansteuerung werden drei oder (bei getrennter Masse) vier Anschlüsse benötigt. Der Einsatz in einem funkferngesteuerten Telemetriesystem erfordert deshalb eine aufwendige Entkopplung von Eingang und Ausgang, wenn für beide Signalwege nur eine Antenne verwendet werden soll.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektroakustisches Bauelement mit Identifikations- und/ oder Sensorfunktionen und ein Verfahren zur Fernidentifikation mit diesem Bauelement anzugeben, bei dem nur ein Interdigitalwandler und nur zwei Leitungen benötigt werden.

Erfindungsgemäß gelingt die Lösung der Aufgabe dadurch, daß der Interdigitalwandler mindestens zwei in Reihe angeordnete Anzapfungen aufweist, die über einen Signalbus elektrisch verbunden sind und das jede Anzapfung mit einer Apertur gewichtet ist, wobei die Aperturen und die Abstände der Anzapfungen so bemessen sind, daß sich ein Identifizierungscode ergibt.

Eine Variante der Ausgestaltung entsteht dadurch, daß mindestens zwei Bauelemente in Form einer Parallelschaltung miteinander verbunden sind.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Fernidentifikation mit diesem elektroakustischen Bauelement werden folgende Verfahrensschritte ausgeführt:

- Erzeugen einer akustischen Oberflächenwelle durch Anlegen einer bestimmten Anzahl hochfrequenter, sinusförmiger Schwingungen,
- Erzeugen eines phasencodierten Signals im Bauelement durch Überlagerung der Wechselwirkungen der an den gewichteten Anzapfungen der Interdigitalstruktur entstehenden Teilsignale und,
- Auswerten des Signals.

Bei einer Weiterbildung des Verfahrens zur Realisierung von Sensorfunktionen wird zusätzlich das erzeugte Signal durch eine zu ermittelnde physikalische Größe beeinflusst und danach erfolgt eine Auswertung des Signals der Ermittlung des zu bestimmenden Zustandes dieser physikalischen Größe.

Die erfindungsgemäße Anordnung und das erfindungsgemäße Verfahren zeichnen sich durch eine Reihe von Vorteilen aus.

1. Die Kodierung erfolgt mit Hilfe phasencodierter Signale, die so gestaltet werden können, daß sie

weitgehend unempfindlich gegen Störungen sind und ein gleichzeitiges Arbeiten mehrerer Anordnungen ermöglichen, ohne daß sich die verschiedenen Signale gegenseitig beeinflussen ("orthogonale" Codes).

2. Die Bandbreite des Anregungsbursts ist indirekt proportional zu seiner zeitlichen Ausdehnung. Die Vorgabe einer bestimmten Bandbreite kann so durch die Wahl der entsprechenden Burstlänge eingehalten werden. Das Antwortsignal der erfindungsgemäßen Anordnung hat eine so geringe Amplitude, daß seine größere Bandbreite bezüglich der gesetzlichen Vorschriften nicht ins Gewicht fällt.

3. Die erfindungsgemäße Anordnung stellt ein Bauelement mit nur zwei Anschlüssen dar und ist deshalb für den Einsatz mit Zweidrahtleitungen oder die drahtlose Ansteuerung über Antennen besonders geeignet.

Die Abfrage der erfindungsgemäßen Anordnung erfolgt in zwei Schritten:

1. Eine Anzahl hochfrequenter Schwingungen (Sinus-Burst) wird ausgesendet und erzeugt im SAW-Bauelement ein oder mehrere akustische Oberflächenwellenpakete. Die Anregung muß so lange auf das Bauelement einwirken, daß sich ein quasistationärer Zustand ausbilden kann. Bezeichnet man die Anzahl der Taps mit n und die Anzahl der Wellenperioden je Chip mit m , dann ergibt sich die Mindestanzahl der zur Anregung notwendigen Perioden zu $(n-1) \cdot m$. Danach wird die Anregung abrupt abgeschaltet.

2. Die im Bauelement erzeugten Oberflächenwellenpakete erzeugen an den Taps, die sie passieren, wieder elektrische Signale, die sich überlagern. Bezeichnet man die Nummer des Taps, das ein bestimmtes Wellenpaket erzeugt hat, mit i und die Nummer des Taps, das dieses Wellenpaket empfängt, mit j , ergibt sich die Wechselwirkung zwischen den beiden Taps $S(a_i, a_j)$ unter Vernachlässigung von Reflexions-, Diffraktions- und Dämpfungseinflüssen und weiteren Effekten gemäß der Beziehung:

$$S(a_i, a_j) = \text{sgn}(a_i) \cdot \text{sgn}(a_j) \cdot \min(|a_i|, |a_j|)$$

Die durch diese Wechselwirkungen erzeugten Teilsignale addieren sich auf der Signalbusleitung (der Verbindungsleitung der Anzapfungen des Interdigitalwandlers). Auf Grund der identischen Abstände zwischen den Taps ergeben sich diskrete Zeitschritte, in denen das Verhalten laut Modell als konstant angenommen wird. Daher wird zur Vereinfachung das Verhalten nur in diesen diskreten Abständen betrachtet. Das Modell für das aufsummierte Signal an der Signalbusleitung im ersten Zeitschritt ergibt sich nach:

$$\begin{aligned} O(t_0) = & 2 \cdot (S(a_0, a_1) + S(a_0, a_2) + S(a_0, a_3) + S(a_0, a_4) + S(a_0, a_5) + \\ & S(a_1, a_2) + S(a_1, a_3) + S(a_1, a_4) + S(a_1, a_5) + \\ & S(a_2, a_3) + S(a_2, a_4) + S(a_2, a_5) + \\ & S(a_3, a_4) + S(a_3, a_5) + \\ & S(a_4, a_5)) \end{aligned}$$

Im nächsten Zeitschritt $O(2t_0)$ fallen alle Teilsignale heraus, die benachbarte Indizes haben, für welche der Abstand zwischen sendender und empfangender Anzapfung (Tap) also Δx beträgt. Daraus ergibt sich für den zweiten Zeitschritt die Berechnungsvorschrift nach:

$$\begin{aligned} O(2 \cdot t_0) = & 2 \cdot (S(a_0, a_2) + S(a_0, a_3) + S(a_0, a_4) + S(a_0, a_5) + \\ & S(a_1, a_3) + S(a_1, a_4) + S(a_1, a_5) + \\ & S(a_2, a_4) + S(a_2, a_5) + \\ & S(a_3, a_5)) \end{aligned}$$

Die paarweisen Wechselwirkungen finden im Zeitschritt mit der Nummer i also zwischen den Taps statt, die mindestens $i\Delta x$ voneinander entfernt sind. Die Berechnungsvorschrift für den Zeitschritt i kann damit aus der Berechnungsvorschrift für den Zeitschritt $i+1$ rekursiv abgeleitet werden.

$$O_{n-1} = 2 \cdot S(a_0, a_{n-1})$$

$$O_{n-2} = O_{n-1} + 2 \cdot \sum_{i=0}^1 S(a_i, a_{i+n-2})$$

\vdots

$$O_{n-j} = O_{n-j+1} + 2 \cdot \sum_{i=0}^{j-1} S(a_i, a_{i+n-j})$$

Der verallgemeinerte Modellsatz für ein Bauelement mit n Taps wird durch die Formel

$$O(t_0) = O(2t_0) + 2 \cdot (S(a_0, a_1) + S(a_1, a_2) + S(a_2, a_3) + S(a_3, a_4) + \\ S(a_4, a_5))$$

beschrieben. Da das Gleichungssystem unterbestimmt ist, wird die Lösung für ein Tap gemäß Formel

$$a_x = \pm \max(|a_i|)$$

festgelegt.

Mit Hilfe dieses Gleichungssystems läßt sich ein Layout für eine beliebige Signalfolge berechnen, indem man für den Vektor $0 = (O_0, O_1, \dots, O_{n-1})$ die Signalwerte für die Zeitschritte 0 bis $n-1$ vorgibt und das Gleichungssystem nach a_i auflöst. Für den einfachen Fall eines binären PSK-Signals wird den Werten O_i der Wert +1 oder -1 zugeordnet, entsprechend der Phasenlage des gewünschten Signales von 0 bzw. π .

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung;

Fig. 2 die Signalfolge bei der Abfrage nach dem erfindungsgemäßen Verfahren;

Fig. 3 eine Ausführungsform als Temperatursensor und

Fig. 4 den Einsatz in einem drahtgebundenen Meßsystem.

Wie aus der in Fig. 1 dargestellten Prinzipianordnung ersichtlich ist, besteht die erfindungsgemäße Anordnung aus einem Interdigitalwandler mit einer variablen Anzahl von Anzapfungen, die in einer Reihe angeordnet und über einen Signalbus elektrisch verbunden sind. Die dort dargestellte grundlegende Anordnung der gewichteten Interdigitalwandler befindet sich auf einer Substratoberfläche. Die Wandler sind zweckmäßigerweise entweder gemäß der in Fig. 1a dargestellten Form entlang einer Symmetrielinie zentriert ausgerichtet oder gemäß der in Fig. 1b dargestellten Ausrichtungsvariante am Rand ausgerichtet. Die dargestellte Anordnung der Wandler im gleichen Abstand zueinander ist nicht zwingend notwendig, vereinfacht jedoch die Berechnung des Layouts. Die zum Zweck der Erzeugung eines Codes unterschiedlichen Aperturen $a_0 \dots a_5$ der Anzapfungen sind in der Darstellung sichtbar.

Die Aperturen der Wandler und deren Abstände zueinander, die sich aus einem bestimmten Berechnungsverfahren ergeben, bestimmen in Verbindung mit dem weiter unten ausgeführten Ansteuerungsverfahren einen Identifikationscode in Form eines phasencodierten Signals (PSK).

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des zeitlichen Verlaufs des erfindungsgemäßen Ansteuerungsverfahrens am Beispiel der in Fig. 1 gezeigten Strukturen. Hierbei bezeichnet t_0 die Zeit, in der die akustische Oberflächenwelle den Abstand zwischen zwei benachbarten Wandlern zurücklegt. Die Abszisse ist in Vielfache von t_0 geteilt.

Zur Abfrage eines Meßwertes nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugt in der Anordnung eine bestimmte Anzahl von hochfrequenten, sinusförmigen Schwingungen (Burst) eine oder mehrere akustische Oberflächenwellen. Die Länge des Bursts sorgt für einen quasistatischen Zustand innerhalb dieser Anordnung. Nach dem Abschalten des Anregungsbursts ist die Anordnung in der Lage, die in der akustischen Oberflächenwelle gespeicherte Energie zurückzusenden. Dabei wird dieses Signal durch Überlagerung der an den Wandlern entstehenden elektrischen Teilsignale gebildet.

Das entstandene Signal ist phasencodiert und enthält neben dem Identifikationscode bei Bedarf eine Meßwertinformation.

Fig. 3 erläutert den Einsatz der erfindungsgemäßen Anordnung in einem drahtlosen Temperatur-Meßsystem. Die Einwirkung einer physikalischen Größe (hier z. B. der Temperatur) verursacht eine Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der akustischen Oberflächenwelle und ist als Änderung der zeitlichen Abstände zwischen definierten Teilen des Identifikationscodes, z. B. der Abstände zwischen den Flanken) meßbar.

Fig. 4 zeigt den Einsatz der erfindungsgemäßen Anordnung in einem drahtgebundenen Meßsystem mit einem Zweidraht-Bus.

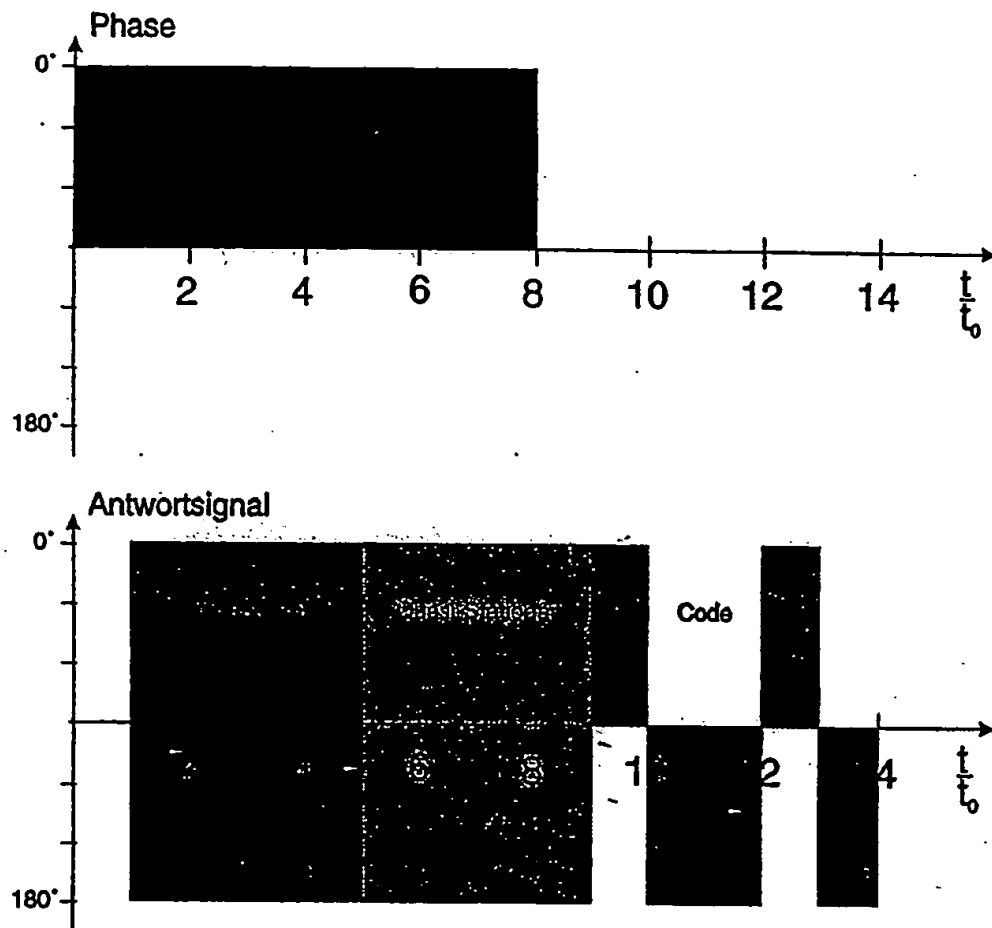
Patentansprüche

1. Elektroakustisches Bauelement mit Identifikations- und/ oder Sensorfunktionen, das einen elektroakustischen Interdigitalwandler und ein Piezoelektrikum enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der Interdigitalwandler mindestens zwei in Reihe angeordnete Anzapfungen aufweist, die über einen Signalbus elektrisch verbunden sind und daß jede Anzapfung mit einer Apertur gewichtet ist, wobei die Aperturen und die Abstände der Anzapfungen so bemessen sind, daß sich ein Identifizierungscode ergibt.

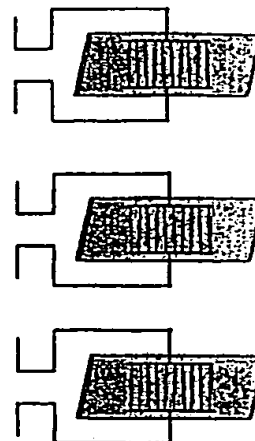
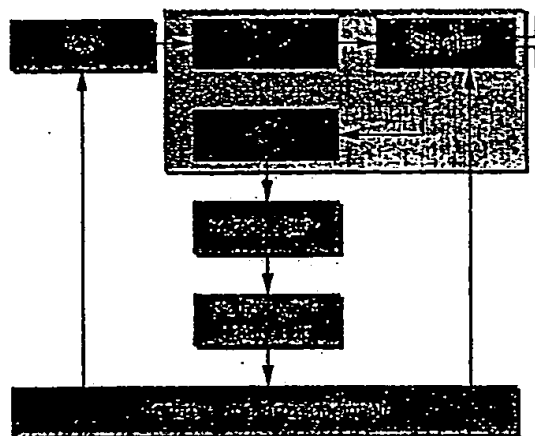
2. Elektroakustisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Bauelemente in Form einer Parallelschaltung miteinander verbunden sind.

3. Verfahren zur Fernidentifikation mit einem elektroakustischen Bauelement, in dem ein elektroakustischer Interdigitalwandler und ein Piezoelektrikum enthalten sind, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:

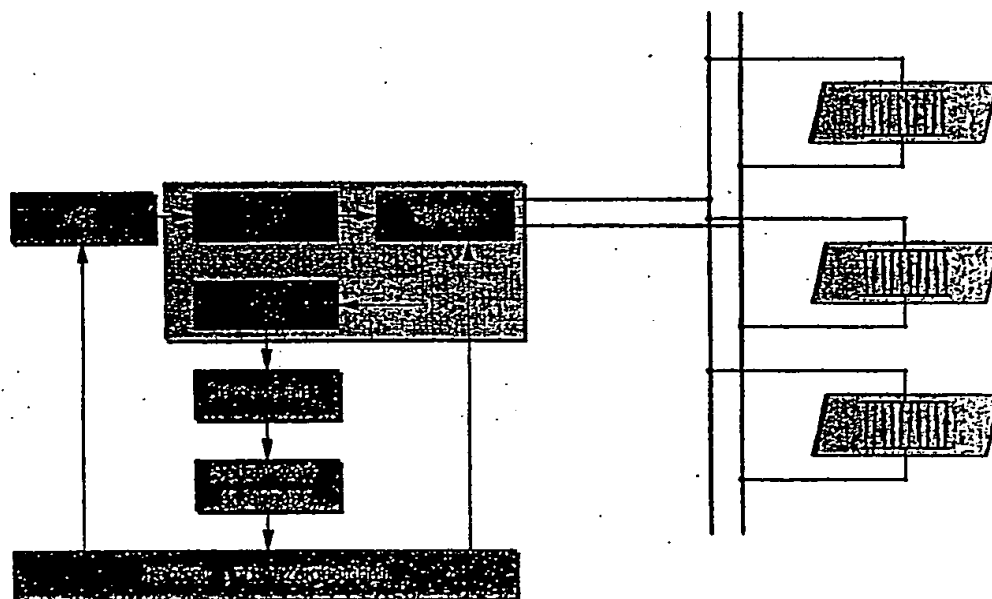
- Erzeugen einer akustischen Oberflächenwelle durch Anlegen einer bestimmten Anzahl hochfrequenter, sinusförmiger Schwingungen,
- Erzeugen eines phasencodierten Signals im Bauelement durch Überlagerung der Wechselwirkungen der an den gewichteten Anzapfungen der Interdigitalstruktur entstehenden Teilsignale und,
- Auswerten des Signals.



Figur 2



Figur 3



Figur 4

Translation of DE 196 22 154 A1

Applicants: Möller et al

Title: Electroacoustic component and method of remote identification

Abstract

The object of the invention is to provide an electroacoustic component having identification and/or sensor functions and a method of remote identification with said component, in which only one interdigital
5 converter and only two lines are required.

In accordance with the invention that object is attained in that the interdigital converter has at least two tapplings which are arranged in a row and which are electrically connected by way of a signal bus and each tapping is weighted with an aperture, wherein the apertures and the
10 spacings of the tapplings are such as to afford an identification code.

The invention concerns an electroacoustic component having identification and/or sensor functions which includes an electroacoustic interdigital converter and a piezoelectric and a method of remote identification with the electroacoustic component.

15 Description:

The invention concerns an electroacoustic component with identification and/or sensor functions, which includes an electroacoustic interdigital converter and a piezoelectric, and a method of remote identification with the electroacoustic component.

20 It relates to passive components which operate on the basis of the principle of surface acoustic waves. They combine identification and sensor functions and are wire-connected or interrogatable by way of a radio section.

Telemetry sensor systems are used in wide areas of technology.
25 They make it possible to detect measurement data at locations which involve difficult access or which are surrounded by attacking and aggressive media. Conventional systems based on electromagnetic

transponders or active electronic units permit either only short interrogation distances or require an energy supply at the measurement location. Those properties are a matter of disadvantage in terms of ensuring a long service life and maintenance-free operation. In addition
5 disposal of the galvanic elements which are usually used for power supply purposes gives rise to problems.

Remotely interrogatable systems are also required for the identification of articles or persons. For both areas of use, it is known to use components which operate on the basis of surface acoustic waves.
10 They permit operation in the form of passive sensors or as so-called "ID-tags" without their own energy source.

Surface wave arrangements operate on the basis of piezoelectric properties of substrates or layers. Mechanical waves are generated on those substrates or layers by means of electrical stimulation, by
15 electroacoustic interdigital converters, and the mechanical waves are propagated along the surface.

In the arrangements known in the state of the art, those waves are converted into an electrical signal again at another location, with a further interdigital converter. The appropriate choice of converter structures or
20 the use of additional structures makes it possible to influence the electrical output signal (signal processing). Physical factors which act on the surface acoustic wave modify the speed of propagation thereof. That is the basis for the option of using SAW-components as sensors. Structures which are frequently employed are surface wave resonators or delay lines
25 with or without weighted converters or reflection arrangements.

The known arrangements for identification purposes, which are equipped with reflection banks, are operated with pulses and in turn send back a sequence of pulses which, by virtue of different spacings in respect of time, contains an item of identification information similarly to a bar
30 code. A disadvantage in this respect is that this information signal is susceptible to trouble in the transmission channel. Unwanted reflection

phenomena in the HF-transmission section or superimposition phenomena in respect of the signals of various components can result in misinterpretations. In addition, a large band width is required for such signals, and that gives rise to problems in particular in terms of complying
5 with statutory requirements.

Other known arrangements operate with tapped delay lines. They are capable of generating phase-coded signals (PSK: Phase Shift Keying). Those signals are advantageous in regard to subsequent signal processing. The component structures used for this purpose comprise an
10 input converter and output converter which are electrically separated from each other. Actuation thereof requires three connections or terminals or (in the case of separate ground) four connections or terminals. Use in a radio remote-controlled telemetry system therefore requires complicated and expensive decoupling of input and output if only one antenna is to be
15 used for both signal paths.

The object of the invention is to provide an electroacoustic component with identification and/or sensor functions and a method of remote identification with that component, in which only one interdigital converter and only two lines are required.

20 In accordance with the invention that object is attained in that the interdigital converter has at least two tapplings which are arranged in a row and which are electrically connected by way of a signal bus and that each tapping is weighted with an aperture, wherein the apertures and the spacings of the tapplings are such that an identification code is afforded.

25 A variant of the configuration involved is provided if at least two components are connected together in the form of a parallel circuit.

The method according to the invention for remote identification with electroacoustic component involves the following method steps:

- producing a surface acoustic wave by applying a given number of
30 high-frequency, sinusoidal oscillations,

- producing a phase-coded signal in the component by superimposition of the interactions of the partial signals occurring at the weightedappings of the interdigital structure, and
- evaluation of the signal.

5 In a development of the method for implementing sensor functions, in addition the signal produced is influenced by a physical parameter to be ascertained and thereafter evaluation of the signal is effected to ascertain the condition to be determined of that physical parameter.

10 The arrangement according to the invention and the method according to the invention are distinguished by a series of advantages:

1 Encoding is effected by means of phase-code signals which can be such that they are substantially insensitive to trouble and disturbance and permit simultaneous operation of a plurality of arrangements without the various signals influencing each other
15 ("orthogonal" codes).

2 The band width of the excitation burst is indirectly proportional to its extent in respect of time. Setting a given band width can thus be observed by virtue of choice of the appropriate burst length. The response signal of the arrangement according to the invention is of
20 such a low amplitude that its greater band width is not significant, in regard to the statutory requirements.

3 The arrangement according to the invention represents a component with only two terminals and is therefore particularly suitable for use with two-wire lines or wireless actuation by way of antennae.

25 Interrogation of the arrangement according to the invention is effected in two steps:

1 A number of high-frequency oscillations (sine burst) is emitted and produces in the SAW-component one or more surface acoustic wave packets. The excitation must act on the component for
30 such a period of time that a quasi-stationary condition can occur. If the number of taps is denoted by n and the number of wave periods per chip

is denoted by m , then the minimum number of the periods necessary for excitation is $(n-1)m$. Thereafter the excitation is abruptly switched off.

2 The surface wave packets produced in the component produce at the taps which they pass once again electrical signals which
5 are mutually superimposed. If the number of taps which a given wave packet has produced is denoted by i and the number of taps which that wave packet receives is denoted by j , then the interaction between the two taps is $S(a_i, a_j)$, disregarding reflection, diffraction and attenuation influences and further effects in accordance with the following
10 relationship:

$$S(a_i, a_j) = \text{sgn}(a_i) \cdot \text{sgn}(a_j) \cdot \min(|a_i|, |a_j|)$$

The partial signals produced by those interactions are added on the signal bus line (the connecting line of theappings of the interdigital converter). By virtue of the identical spacings between the taps, there are
15 discrete time steps in which the behavior is assumed to be constant, as a model. Therefore, for simplification purposes, the behavior is considered only in those discrete spacings. The model for the summed signal on the signal bus line in the first time step is in accordance with the following:

$$\begin{aligned} O(t_0) = 2 \cdot (& S(a_0, a_1) + S(a_0, a_2) + S(a_0, a_3) + S(a_0, a_4) + S(a_0, a_5) + \\ 20 & S(a_1, a_2) + S(a_1, a_3) + S(a_1, a_4) + S(a_1, a_5) + \\ & S(a_2, a_3) + S(a_2, a_4) + S(a_2, a_5) + \\ & S(a_3, a_4) + S(a_3, a_5) + \\ & S(a_4, a_5)) \end{aligned}$$

In the next time step $O(2t_0)$, all partial signals drop out, which have
25 adjacent indices, for which the spacing between transmitting and receiving tapping (tap) is therefore Δx . That accordingly gives the calculation rule for the second time step, as follows:

$$\begin{aligned} O(t_0) = 2 \cdot (& S(a_0, a_2) + S(a_0, a_3) + S(a_0, a_4) + S(a_0, a_5) + \\ & S(a_1, a_3) + S(a_1, a_4) + S(a_1, a_5) + \\ 30 & S(a_2, a_4) + S(a_2, a_5) + \\ & S(a_3, a_5)) \end{aligned}$$

The paired interactions occur in the time step with the number i , that is to say between the taps, which are at least $i\Delta x$ from each other. The calculation rule for the time step i can thus be recursively derived from the calculation rule for the time step $i + 1$.

$$\begin{aligned} O_{n-1} &= 2 \cdot S(a_0, a_{n-1}) \\ O_{n-2} &= O_{n-1} + 2 \cdot \sum_{i=0}^1 S(a_i, a_{i+n-2}) \\ &\vdots (j = 1, 2, \dots, n) \\ O_{n-j} &= O_{n-j+1} + 2 \cdot \sum_{i=0}^{j-1} S(a_i, a_{i+n-j}) \end{aligned}$$

The generalized model set for a component with n taps is described by the following formula:

$$O(t_0) = O(2 \cdot t_0) + 2 \cdot (S(a_0, a_1) + S(a_1, a_2) + S(a_2, a_3) + S(a_3, a_4) + S(a_4, a_5))$$

As the equation system is underdefined, the solution for a tap is established in accordance with the formula:

$$a_x = \pm \max(|a_i|)$$

By means of that equation system, it is possible to calculate a layout for any signal sequence by a procedure whereby the signal values for the time steps 0 through $n - 1$ are preset for the vector $O = (O_0, O_1, \dots, O_{n-1})$ and the equation system is solved in accordance with a_i . For the simple case of a binary PSK signal the value $+1$ or -1 is allocated to the values O_i , according to the phase position of the desired signal of 0 or π .

The invention is described in greater detail hereinafter with reference to an embodiment. In the drawing:

Figure 1 is a diagrammatic view of the arrangement according to the invention.

Figure 2 shows the signal sequence in the interrogation operation in accordance with the method of the invention,

Figure 3 shows an embodiment in the form of a temperature sensor, and

Figure 4 shows use in a wire-connected measuring system.

As can be seen from the arrangement which is shown in principle in Figure 1, the arrangement according to the invention comprises an interdigital converter with a variable number of tappings which are arranged in a row and which are electrically connected by way of a signal bus. The basic arrangement illustrated therein of the weighted interdigital converters is disposed on a substrate surface. The converters are desirably oriented in centered relationship along a line of symmetry in the form shown in Figure 1a or they are oriented at the edge in accordance with the alternative orientation configuration shown in Figure 1b. The illustrated arrangement of the converters at equal spacing relative to each other is not absolutely necessary but it does simplify calculation of the layout. The apertures $a_0 \dots a_5$ of the tappings, which are different for the purposes of producing a code, are clearly visible in the drawing.

The apertures of the converters and their mutually spacings which arise out of a given calculation method, in conjunction with the actuation method set forth hereinafter, determine an identification code in the form of a phase-coded signal (PSK).

Figure 2 is a diagrammatic view of the variation in respect of time of the actuating method according to the invention using the example of the structures shown in Figure 1. In this case t_0 denotes the time in which the surface acoustic wave covers the distance between two adjacent converters. The abscissa is divided into multiples of t_0 .

For the purposes of interrogating a measurement value using the method in accordance with the invention, in the arrangement a given number of high-frequency, sinusoidal oscillations (burst) produces one or more surface acoustic waves. The length of the burst provides for a quasi-static condition within that arrangement. After the excitation burst is switched off, the arrangement is in a position to return the energy stored in the surface acoustic wave. In that case that signal is formed by

superimposition of the electrical partial signals which occur at the converters.

The signal produced is phase-coded and if necessary besides the identification code includes an item of measurement value information.

5 Figure 3 illustrates use of the arrangement according to the invention in a wireless temperature measuring system. The action of a physical parameter (here for example temperature) causes a change in the speed of propagation of the surface acoustic wave and can be measured as a variation in the spacings in respect of time between
10 defined parts of the identification code, for example the spacings between the edges.

Figure 4 shows use of the arrangement according to the invention in a wire-connected measuring system with a two-wire bus.

15 Claims

1. An electroacoustic component with identification and/or sensor functions, which includes an electroacoustic interdigital converter and a piezoelectric, characterized in that the interdigital converter has at least two tappings which are arranged in a row and which are electrically
20 connected by way of a signal bus and that each tapping is weighted with an aperture, wherein the apertures and the spacings of the tappings are such that an identification code is afforded.

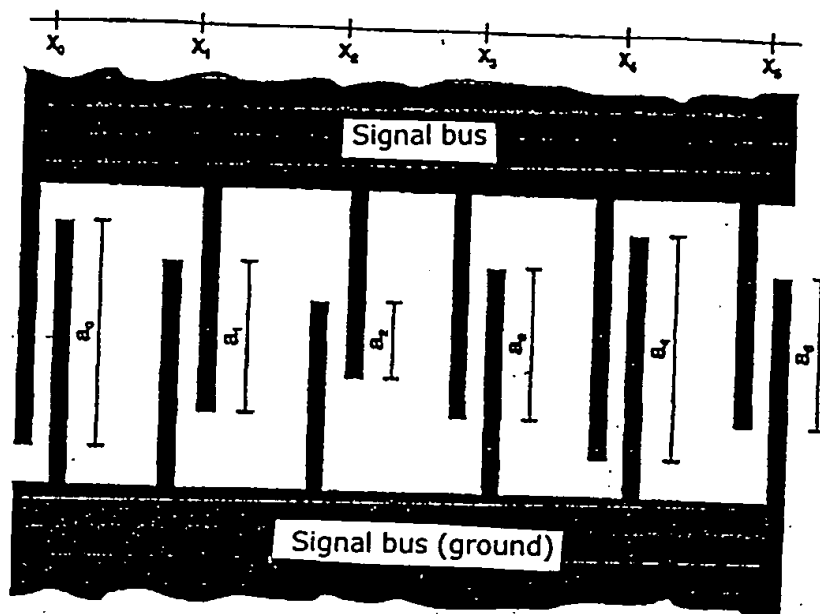
2. An electroacoustic component as set forth in claim 1 characterized in that at least two components are connected together in
25 the form of a parallel circuit.

3. A method of remote identification with an electroacoustic component in which there are included an electroacoustic interdigital converter and a piezoelectric, characterized in that the following method steps are effected:

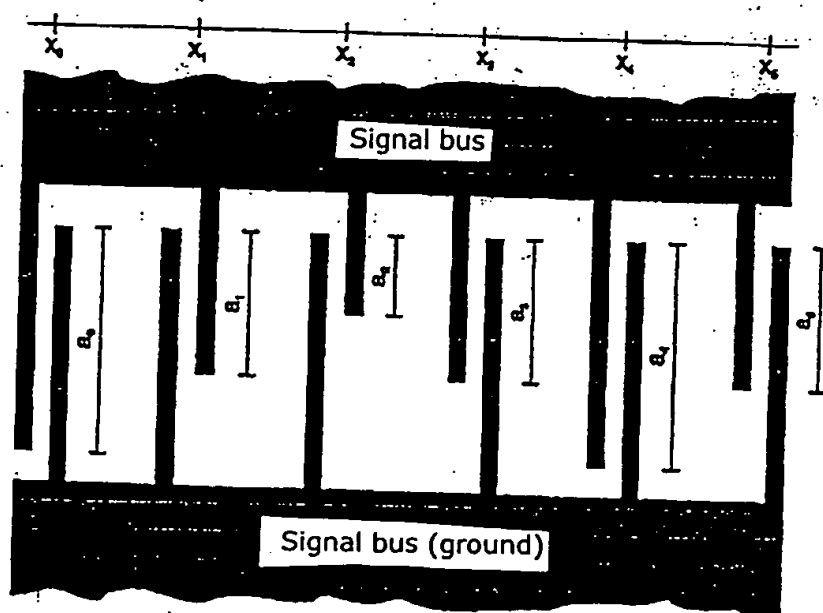
- producing a surface acoustic wave by applying a given number of high-frequency, sinusoidal oscillations,
- producing a phase-coded signal in the component by superimposition of the interactions of the partial signals occurring at the
- 5 weighted tapplings of the interdigital structure, and
- evaluation of the signal.

4. A method according to claim 3 characterized in that in addition the signal produced is influenced by a physical parameter to be ascertained and evaluation of the signal is effected for ascertainment of

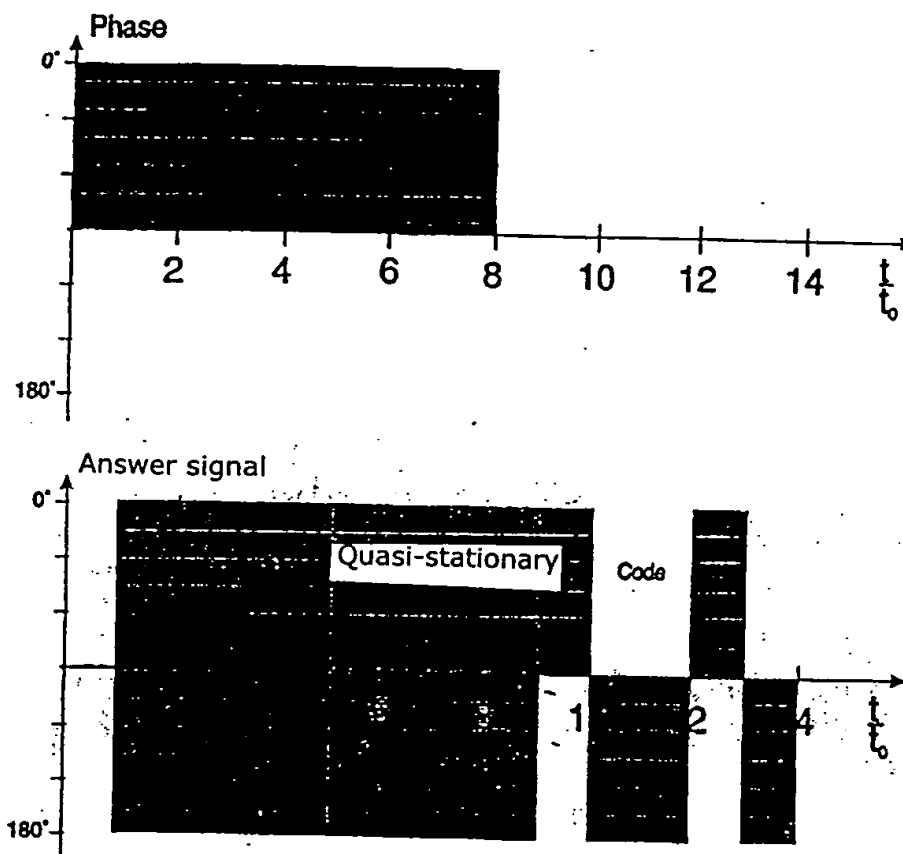
10 said physical parameter.



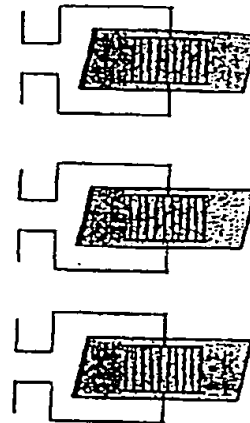
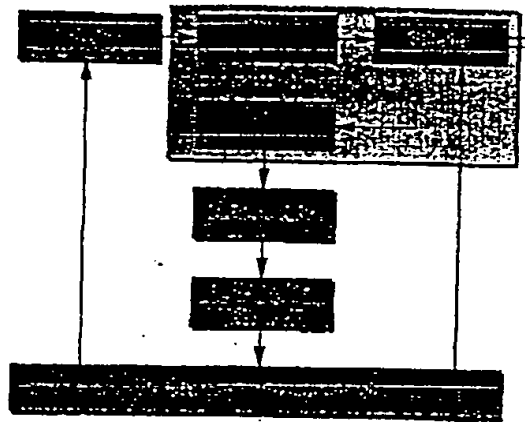
Figur 1a



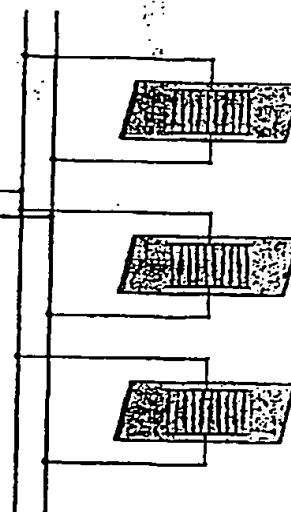
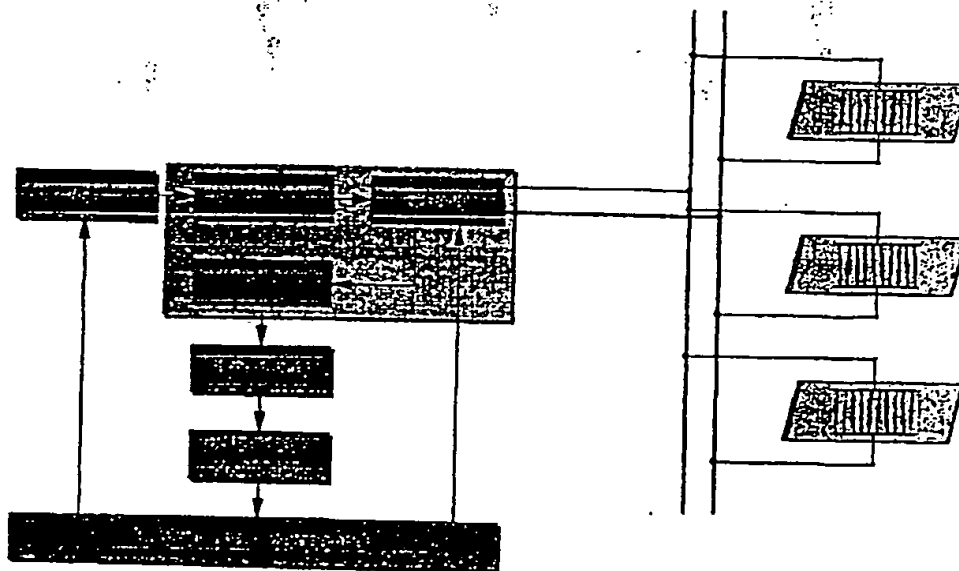
Figur 1b



Figur 2



Figur 3



Figur 4

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**